

ROTARY PUMP COMPRISING A HYDRAULICALLY MOUNTED ROTOR

Also
Included

Patent number: WO0170300
Publication date: 2001-09-27
Inventor: SCHIMA HEINRICH (AT); SCHMALLEGGER HELMUT (AT); SCHISTEK ROLAND (AT); RADERER FRANZ (AT)
Applicant: SCHIMA HEINRICH (AT); SCHMALLEGGER HELMUT (AT); SCHISTEK ROLAND (AT); RADERER FRANZ (AT)
Classification:
 - **international:** A61M1/10
 - **european:** A61M1/10C
Application number: WO2001AT00086 20010322
Priority number(s): AT2000000510 20000324

Also published as:
 US2003124007 (A1)

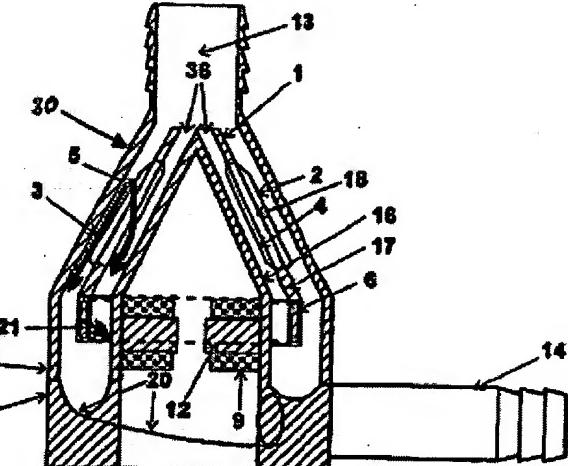
Cited documents:

-  WO0032256
-  US5938412
-  WO9912587
-  EP0901797
-  EP0834326

[Report a data error here](#)

Abstract of WO0170300

The invention relates to a rotary pump for delivering blood and other fluids that are susceptible to shearing. Said rotary pump comprises a rotor that is hydraulically and, optionally, magnetically mounted in a casing, whereby the rotor (1) has guiding surfaces (2, 4, 35, 33, 37, 41) for producing centrifugal flow components (3) and flow components (5) that are directed against the casing (30) in order to allow the centrifugal flow components (3) to act prior to the generation of the externally effective delivery rate and to allow the flow components (5) that are directed against the casing to act prior to the contactless mounting and stabilization of the rotor in the housing.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. September 2001 (27.09.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/70300 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61M 1/10**

Helmut [AT/AT]; Wildagasse 2-4, A-1230 Wien (AT).
SCHISTEK, Roland [AT/AT]; Santnerstrasse 458,
A-5071 Wals-Siezenheim (AT). RADERER, Franz
[AT/AT]; Landstrasser Hauptstrasse 66/23, A-1030 wien
(AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/AT01/00086**

(74) Anwälte: PUCHBERGER, Rolf usw.; Singerstrasse 13,
Postfach 55, A-1010 Wien (AT).

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. März 2001 (22.03.2001)

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM,
AT, AT (Gebrauchsmuster), AU, AZ, BA, BB, BG,
BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, CZ (Ge-
brauchsmuster), DE, DE (Gebrauchsmuster), DK, DK
(Gebrauchsmuster), DM, DZ, EE, EE (Gebrauchsmuster),
ES, FI, FI (Gebrauchsmuster), GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK
(Gebrauchsmuster), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
A 510/2000 24. März 2000 (24.03.2000) AT

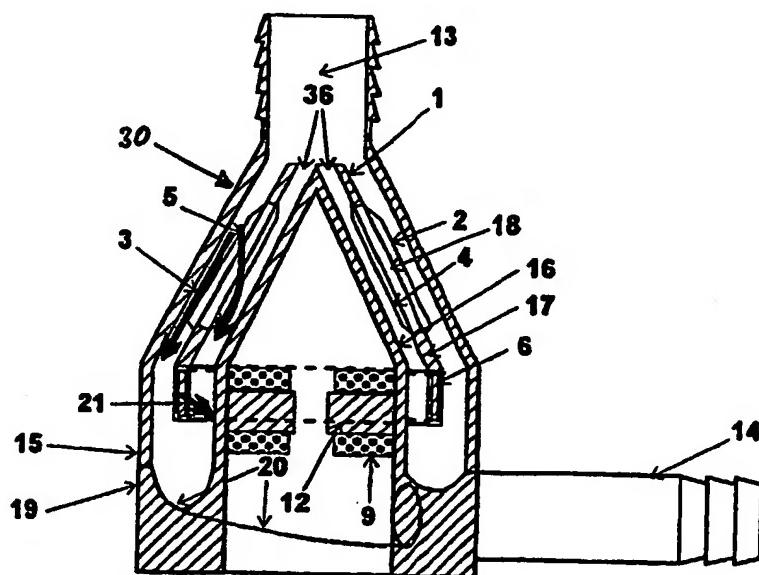
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: SCHIMA, Heinrich [AT/AT]; Körnergasse 7/9,
A-1020 Wien (AT).

(73) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHMALLEGGER,

(54) Title: ROTARY PUMP COMPRISING A HYDRAULICALLY MOUNTED ROTOR

(54) Bezeichnung: ROTATIONSPUMPE MIT HYDRAULISCH GELAGERTEM ROTOR



(57) Abstract: The invention relates to a rotary pump for delivering blood and other fluids that are susceptible to shearing. Said rotary pump comprises a rotor that is hydraulically and, optionally, magnetically mounted in a casing, whereby the rotor (1) has guiding surfaces (2, 4, 35, 33, 37, 41) for producing centrifugal flow components (3) and flow components (5) that are directed against the casing (30) in order to allow the centrifugal flow components (3) to act prior to the generation of the externally effective delivery rate and to allow the flow components (5) that are directed against the casing to act prior to the contactless mounting and stabilization of the rotor in the housing.

WO 01/70300 A1

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Rotationspumpe zur Förderung von Blut und anderen scherempfindlichen Flüssigkeiten mit einem in einem Gehäuse hydraulisch und gegebenenfalls magnetisch gelagerten Rotor, und wobei der Rotor (1) Leitflächen (2, 4, 35, 33, 37, 41) zur Erzeugung zentrifugaler Strömungskomponenten (3) und gegen das Gehäuse (30) gerichteter Strömungskomponenten (5) aufweist, um die zentrifugalen Strömungskomponenten (3) vorrangig zur Erzeugung der extern wirksamen Förderleistung und die gegen das Gehäuse gerichteten Strömungskomponenten (5) vorrangig zur berührungslosen Lagerung und Stabilisierung des Rotors im Gehäuse wirken zu lassen.



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10

ROTATIONSPUMPE MIT HYDRAULISCH GELAGERTEM ROTOR

15

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rotationspumpe zur Förderung von Blut und anderen scherempfindlichen Flüssigkeiten mit einem in einem Gehäuse hydraulisch und gegebenenfalls magnetisch gelagerten Rotor.

Für die Förderung von Blut und anderen scherempfindlichen Flüssigkeiten werden unter anderem Rotationspumpen verwendet. Um eine möglichst geringe Zerstörung des Blutes zu gewährleisten, dürfen dabei die lokal auftretenden Geschwindigkeitsgradienten nicht übermäßige Werte annehmen, da sonst die korpuskulären Anteile des Blutes zerrissen und aufgrund der durch Reibung auftretenden Erwärmung chemische Degradationsprozesse verursacht werden. Darüber hinaus müssen strömungsarme Zonen und Totwasserzonen möglichst vermieden werden, um eine Anlagerung von Bestandteilen hintanzuhalten. Bei der Förderung von Blut spricht man dabei von Gerinnsel- beziehungsweise Thrombenbildung.

Diese Aufgaben verursachen aber bei den konventionellen, in Achsen gelagerten Pumpen beträchtliche Schwierigkeiten, da an der Durchführung der Achse durch eine allfällige Dichtung beziehungsweise bei der Lagerung der Achse in Spitzenlagern innerhalb des Pumpraumes ein Auftreten von Bereichen hoher Scherkraft, Reibung und oftmals auch, aufgrund der Achsnähe, niedriger Strömungsgeschwindigkeiten kaum vermeidbar ist.

Es wurden daher verschiedene Lösungen vorgeschlagen, Pumpen ohne Achse und mechanische Lagerung zu bauen. So hat Akamatsu et al. (siehe z.B. Artificial Organs 1997, Vol 21,Nr. 7, 645-638) eine Pumpe vorgeschlagen, bei der ein Rotor einer Zentrifugalpumpe zugleich von einer Seite durch einen konventionellen Motor angetrieben und von der anderen Seite durch gesteuerte Elektromagneten stabilisiert wird. Allerdings erfordert diese Pumpe eine komplexe Antriebsgestaltung und gleichzeitig geringe Spaltweiten zwischen Rotor und Gehäuse, um einen vertretbaren elektrischen Wirkungsgrad zu erreichen.

5 Kung und Hart (Artificial Organs 1997, Vol21,Nr.7, 645-650) haben eine Pumpe vorgeschlagen, bei der die Stabilisierung rein hydraulisch durch eine geometrische Anordnung von Spalten über und unter der Pumpe erfolgt, die durch die axiale Bewegung der Pumpe jeweils erweitert und verkleinert werden und die damit verbundenen Änderungen im Druck zwischen Rotor und Gehäuse zur Stabilisierung der Pumpe herangezogen werden.

10 Dieses System funktioniert allerdings nur bei relativ geringen Spaltweiten und würde bereits durch kleinen Auflagerungen von Blutbestandteilen in einen instabilen Zustand gebracht werden.

Weiters haben Allaire und Mitarbeiter (siehe z.B. Artificial Organs 1996, Vol 20, Nr.7, 582-
15 590) eine Zentrifugalpumpe vorgeschlagen, bei der der Rotor durch ein relativ aufwendiges System von Elektromagneten stabilisiert wird. Bei diesem System sind aber ebenfalls geringe Spaltweiten und eine komplexe Ansteuerung erforderlich.

Ferner hat Golding (US PS 5324177 und 5370509) vorgeschlagen, einen kegelförmigen Rotor
20 mit schraubenförmigem Flügel auf einem Konus aufschwimmen zu lassen und durch die sich ausbildenden Tragkräfte zwischen einer flach gestalteten Rotorinnenwand und einem Konus der Gehäuserückseite eine Zentrierung des Rotors zu erreichen. Dieses Verfahren ermöglicht allerdings nur die Ausbildung sehr geringer Spaltweiten und damit hoher Scherkräfte, zugleich ergeben sich lange Verweilzeiten der im Spalt befindlichen Flüssigkeit und nur
25 vergleichsweise geringe zentrierende Kräfte.

Schließlich haben Woodard et al. (WO 99/12587) eine Pumpe vorgeschlagen, deren Rotor hydrodynamisch gelagert ist, wobei der Rotationskörper aus mehreren zylindrischen Elementen besteht, deren schräg gestellte Stirnflächen gemeinsam mit der Gehäuseoberfläche verjüngende Spalte geringer Distanz ergeben. Die sich darin aufbauenden Staudruckkräfte oder zwischen den sich verjüngenden Flächen sozusagen eingefangenen Flüssigkeit verursachen eine achsiale Zentrierung des Rotors. Zugleich wird durch die kegelförmige Gestalt der Gehäuse-Oberseite eine radiale Zentrierung erreicht. Diese Erfindung scheint eine zweckmäßige Erzeugung stabilisierender Kräfte zu ermöglichen, verlangt aber in nachteiliger Weise kleine Spalte in der Größenordnung von weniger als
30 0,3 mm, was einerseits hohe Scherkräfte bedingt und beim Auftreten auch geringer biologischer Anlagerungen oder Gerinnung zu massiven Änderungen der Strömungsverhältnisse führen kann. Darüber hinaus weisen die dort vorgeschlagenen Rotorformen eine Reihe von Staupunkten und Stagnationszonen auf.

40 Demgegenüber stellt sich die vorliegende Erfindung die Aufgabe, die vorstehenden Nachteile zu überwinden. Mechanische Lagerungen, Totwasserzonen oder Zonen verringelter

- 5 Strömungsgeschwindigkeiten und kleine Spaltabstände sollen vermieden werden. Die Zahl der Bauteile soll klein und der Aufbau einfach sein.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor Leitflächen zur Erzeugung zentrifugaler Strömungskomponenten und gegen das Gehäuse gerichteter Strömungskomponenten aufweist, um die zentrifugalen Strömungskomponenten vorrangig zur Erzeugung der extern wirksamen Förderleistung und die gegen das Gehäuse gerichteten Strömungskomponenten vorrangig zur berührungslosen Lagerung und Stabilisierung des Rotors im Gehäuse wirken zu lassen. Weiters bevorzugte Merkmale sind, dass das Gehäuse einen kegelförmigen Mittelteil und/oder einen hohlkegelförmigen Oberteil umfasst, und dass der dazwischen angeordnete Rotor kegelmantelförmig ausgebildet ist. Weiters können am Kegelmantel des Rotors Flügel als Leitflächen innen und/oder außen angeordnet sein. Bevorzugt weist der Rotor zum Strömungsdurchtritt Rotoröffnungen auf, an denen die Leitflächen angeordnet sind. Weitere vorteilhafte Merkmale sind den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen.

20 Die Erfindung wird im Folgenden beispielsweise anhand von 17 Figuren beschrieben. Die Figuren 1 bis 5 zeigen Querschnitte durch verschiedene Ausführungen der Pumpe und Fig. 6 die Schrägangsicht eines Rotors. Fig. 7 ist der Schnitt durch den Rotor und Fig. 8 die Schrägangsicht des Schnittes nach Linie V – V in Fig. 7. Die Fig. 9 und 11 zeigen Rotoren in Schrägangsicht und die Fig. 10,12 und 13,14 zugehörige Schnitte. Fig. 15 zeigt ein weiteres Beispiel für den Rotor und Fig. 16,17 zeigen mögliche Querschnitte des Rotorflügels. Alle Figuren sind schematisch gehalten.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch die Pumpe. Der Rotor 1 weist als Leitflächen 2,4 Flügel zur Erzeugung zentrifugaler Strömungskomponenten 3 und gegen das Gehäuse gerichteter Strömungskomponenten 5 auf. Dabei sind diese Leitflächen 2,4 auf einem kegelförmigen Grundkörper 17 aufgebracht, der Rotoröffnungen 18 zur Anströmung der inneren Flügel 4 aufweist. Dieser hohlkegelförmig aufgebaute Rotor 1 läuft in dem Pumpengehäuse 30 bestehend aus dem Gehäuseunterteil 19 mit dem kegelförmigen Mittelteil 16 und einem hohlkegelartigen Oberteil 15, wodurch eine Zentrierung des hohlkegelförmigen Rotors 1 auf dem Mittelteil 16 des Gehäuseunterteils 19 durch die gegen das Gehäuse gerichteten Strömungskomponenten 5 gegeben ist, wobei diese Strömung in vorzugsweise achsialer Richtung gegen die Kegeloberfläche des Mittelteiles 16 stattfindet. Diese Zentrierung kann aber auch gänzlich oder zusätzlich durch insbesondere gegen das Gehäuse gerichtete (5), aber auch zentrifugale (3) Strömungskomponenten gegen das hohlkegelförmige Oberteil 15 erfolgen. Ein im unteren Gehäuseteil 19 eingearbeiteter spiralförmiger Auslaufkanal 20 führt zu einem Auslauf 14. Der Rotor enthält Rotormagnete 6 zur vorzugsweise Übertragung der Rotationsenergie, die einzeln oder als durchlaufender magnetischer Ring ausgeführt sein

5 können. Diesen Rotormagneten steht ein Antrieb gegenüber, der wie in Fig. 1 ausgeführt, als
Stator 12 innen im Gehäuseunterteil 19 angeordnet sein kann und über Spulen 9 mit einem
magnetischen Drehfeld versorgt wird. Durch einen axialen Versatz der Rotormagnete 6 und
des Stators 8 kann die Kopplungskraft 21 schräg einwirken und eine axiale Komponente
zur zusätzlichen Stabilisierung des Rotors 1 verursachen, wobei die Richtung dieser
10 axialen Komponente durch entsprechenden Versatz des Stators 12 nach oben oder nach
unten gerichtet sein kann. Am Einlauf 13 weist der Rotor 1 eine Einlauföffnung 36 auf, um die
einlaufende Flüssigkeit zu beiden Seiten des Rotors und gegen die Spitze des kegelförmigen
Mittelteiles 16 zu lenken.

15 Wie in Fig. 2 gezeigt, kann der Antrieb auch über einen Elektromotor 26 erfolgen, der über
einen Schaft 25 eine rotierende Scheibe 24 mit Magneten 10 antreibt. Diese Ausführung
bietet den Vorteil, dass zur Lagerung des Rotors keine elektrische Energie benötigt wird und
dennoch durch den axialen Versatz der Scheibe 24 eine axiale Komponente der
magnetischen Kraft 21 sichergestellt werden kann.

20 Fig. 3 zeigt, dass der Antrieb auch über einen Scheibenläufermotor erfolgen kann, bei dem
die Scheibe 11 mit eingelagerten Magneten 10 oder einer entsprechenden mehrpoligen
Magnetisierung mit einer gelagerten Achse 29 gleichzeitig als Rotor für den Motor-Stator 44
und für die Einkopplung der magnetischen Energie in den Rotor 1 dient.

25 Wie in Fig. 4 dargestellt, kann der Antrieb 7 mit einem von außen wirkenden Stator 8
versehen sein, der wahlweise anstatt oder zusätzlich zum von innen wirkenden Stator 12
vorhanden sein kann. Zusätzlich zur hydraulischen Stabilisierung des Rotors 1 kann in allen
Ausführungen des Antriebs zusätzlich eine magnetische Stabilisierung in Nähe des Einlaufs
30 13 angeordnet sein, indem ein in den Rotor 1 eingearbeiteter Ring 27 aus ferromagnetischem
Eisen oder permanentmagnetischem Material vorgesehen ist, auf den von außen und/oder
innen angebrachte Permanent- oder Elektromagnete 22, 28 mit Spulen 23 einwirken und
damit eine strömungsbedingte Instabilität des Rotors ausgleichen können. Der
ferromagnetische Ring 27 kann außen mit einer elektrisch sehr gut leitfähigen Beschichtung
35 34 versehen sein, um die Ausbildung von elektrischen Wirbelströmen und dadurch zur
Zentrierung beitragenden magnetischen Kräften zu ermöglichen.

40 Darüber hinaus ist eine Kombination von außen und innen liegenden Antriebsystemen
(Statoren 8,12) am unteren Umfang des Rotors 1 möglich, von denen dann eines
vorzugsweise für die Aufbringung der Rotationsenergie und das andere für die Stabilisierung
eingesetzt werden kann.

5 Die Positionierung (Laufverhalten) des Rotors kann z.B. durch entsprechende Positions-sensoren ermittelt werden, wie in Fig. 4 durch das Bezugszeichen 42 in verschiedenen Positionen schematisch angedeutet ist. Beispielsweise können Hallsensoren Verwendung finden. Zur Positionsermittlung können aber auch in den Spulen rückinduzierte Spannungen oder die Rückwirkung auf hochfrequente Speisespannungsanteile gemessen und ausgewertet werden, wobei keine zusätzlichen Sensoren nötig sind.

10 In den Figuren 5 bis 15 sind verschiedene Ausführungen des Pumpenrotors erläutert.

Fig. 5 zeigt die Ausführung der Pumpe mit einem Rotor 1, der aus zwei übereinanderliegenden Kegelmänteln 31,32 besteht, die durch zentrifugale Flügel oder Leitflächen 33 miteinander verbunden sind. Die Rotoröffnungen 18 und die äußeren Flügel 4 dienen zur Erzeugung von Strömungskomponenten 5 gegen das Oberteil 15 des Gehäuses, sowie gegen den kegelförmigen Mittelteil 16 des Gehäuseunterteils 19. Dadurch wird eine hydrodynamische Stabilisierung des Rotors im Gehäuse erzielt.

20 Die Fig. 6 bis 8 zeigen in Schrägriß, Aufriss und Schnitt die Grundform eines Rotors 1 in einer Ausführung mit kegelförmigem Grundkörper 17, an dem außen als Leitflächen 2 Flügel zur vorzugsweisen Erzeugung zentrifugaler Strömungskomponenten angebracht sind. Diese Flügel können in an sich von Zentrifugal-Blutpumpen bekannter Weise eine Krümmung 39 aufweisen, die beispielsweise eine Einrichtung der Schaufeln gegen die Drehrichtung 40 ermöglicht. Der Grundkörper 17 weist am einlaufseitigen Ende die Einlauföffnung 36 auf, die eine direkte Anspülung der Spitze des kegelförmigen Mittelteils 16 des Gehäuseunterteils 19 ermöglicht. In den Grundkörper sind weiters die Rotoröffnungen 18 eingearbeitet, durch die Flüssigkeit treten kann, die von den Flügeln 4 gegen das Gehäusemittelteil 16 gelenkt wird. 25 Die Wirkung der Flügel 2,4 kann durch eine Abschrägung 35 der Öffnung 18 verstärkt oder bei genügender Wandstärke des kegelförmigen Grundkörpers 17 sogar ersetzt werden, in welch letzterem Fall die Flügel 2,4 entfallen könnten. Die Leitflächen sind dabei somit nur durch die Abschrägung der Kanten der Rotoröffnungen 18 gebildet.

30 Die Fig. 9 und 10 zeigen in Schrägriß und Schnitt die ebenfalls mögliche Variante, dass die Flügel 4 zur Erzeugung der Strömungskomponenten 5 gegen das Gehäuse auf der Außenseite des kegelförmigen Grundkörpers 17 und die Flügel 2 zur vorzugsweisen Erzeugung zentrifugaler Strömungskomponenten 3 auf der Innenseite des Grundkörpers 17 liegen.

35 Diese beiden beschriebenen gegensinnigen Rotorkonstruktionen sind durch einen wie oben beschriebenen nach oben oder nach unten möglichen achsialen Versatz der Rotormagneten 6 und der Antriebsmagneten 8,12,24 und die dadurch erreichbare wahlweise nach oben oder

- 5 unten gerichtete achsiale Komponente der Magnetkraft 21 gleichermaßen realisierbar, siehe
Fig. 1 bis 5.

In Fig. 11 bis 13 ist ein Rotor mit zwei übereinanderliegenden Kegelmänteln dargestellt. Er ermöglicht eine Strömungsausbildung gegen beide Gehäusewände 16,19. Er wurde bereits
10 im Querschnitt in Fig. 5 beschrieben und ist detailliert in der Fig. 11 im Schrägriß, in der
Fig. 12 im Aufriß und in der Fig. 13 in einem Schnitt quer zur Achsialrichtung der Pumpe
dargestellt. Dabei sind der innere Kegelmantel 31 und der äußere Kegelmantel 32 durch
Stege 33 miteinander verbunden, die zugleich als Flügel für die Strömung wirksam sind. Die
Rotoröffnungen 18 weisen an den Kanten Abschrägungen oder Flügel (4) zur Erzeugung der
15 gegen das Gehäuse gerichteten Strömungskomponenten auf.

Weiters ist durch eine entsprechende Anordnung der beiden Leitflächen (2,4) in Kombination
mit der Abschrägung 35 der Rotoröffnung 18 im Kegelmantel ein Verschmelzen zu einer
einzig Flügelkonstruktion möglich, wie in Fig. 14 gezeigt ist. Diese Ausbildung ist auch bei
20 übereinanderliegenden Kegelmänteln möglich.

Schließlich kann die Pumpe gemäß Fig. 15 auch einen Rotor enthalten, bei dem die einzelnen
Flügel 37 selbstständig ohne durchgängigen kegelförmigen Grundkörper gestaltet sind. Diese
Flügel sind entweder mit einem keilförmigen Profil (siehe Fig. 16) oder einem schräggestellten
25 Profil (siehe Fig. 17) realisierbar, wobei eine deutliche Anschrägung der Seitenflächen zur
Erzielung der gegen das Gehäuse gerichteten Strömungskomponenten vorgesehen ist. Somit
sind die zuvor beschriebenen Leitflächen 2 und 4 durch die Abschrägungen 37 als Leitflächen
ersetzt. Die Rotoröffnungen 18 erstrecken sich bis zum unteren Rand 41 des Rotors 1. Diese
unteren Ränder können ebenfalls schräg zur Laufrichtung gestellt sein, sodass sie als
30 Leitflächen zur Erzeugung einer Auftriebskomponente bzw. einer Förderkomponente für die
Flüssigkeitsströmung dienen. An den Enden der Flügel können die Magnete 38 für den
Antrieb und zusätzliche magnetische Lagerung angeordnet sein.

In den Figuren 1 bis 5 ist der Auslauf 14 stets unterhalb des unteren Randes 41 angeordnet.
35 Wenn der Auslauf 14 höher angesetzt werden soll, etwa in der Ebene des unteren Randes 41
des Rotors 1, kann es vorteilhaft sein, zwei symmetrisch angeordnete Ausläufe vorzusehen,
oder einen Auslauf zweigeteilt auszubilden, um die Strömung der Flüssigkeit zu stabilisieren.

5

PATENTANSPRÜCHE

1. Rotationspumpe zur Förderung von Blut und anderen scherempfindlichen Flüssigkeiten mit einem in einem Gehäuse hydraulisch und gegebenenfalls magnetisch gelagerten Rotor, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (1) Leitflächen (2,4,35,33,37,41) zur Erzeugung zentrifugaler Strömungskomponenten (3) und gegen das Gehäuse (30) gerichteter Strömungskomponenten (5) aufweist, um die zentrifugalen Strömungskomponenten (3) vorrangig zur Erzeugung der extern wirksamen Förderleistung und die gegen das Gehäuse gerichteten Strömungskomponenten (5) vorrangig zur berührungslosen Lagerung und Stabilisierung des Rotors im Gehäuse wirken zu lassen.
2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (30) einen kegelförmigen Mittelteil (16) und/oder einen hohlkegelförmigen Oberteil (15) umfasst, und dass der dazwischen angeordnete Rotor (1) kegelmantelförmig ausgebildet ist.
3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Leitflächen Flügel (2,4) am Kegelmantel des Rotors innen und/oder außen angeordnet sind.
4. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (1) zum Strömungsdurchtritt Rotoröffnungen (18) aufweist, an denen die Leitflächen (2,4,35,33,37,41) angeordnet sind.
5. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanten der Rotoröffnungen (18) als Leitflächen (35,37) schräg ausgebildet sind.
6. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Rotoröffnungen (18) bis zum unteren Rand (41) des Kegelmantels erstrecken und die unteren Ränder (41) gegebenenfalls als Leitflächen zur Erzeugung einer Auftriebskomponente ausgebildet sind.
7. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (1) aus zwei übereinanderliegenden Kegelmänteln (31,32) besteht, zwischen denen verbindende Flügel als Leitflächen (33) zur Erzeugung der zentrifugalen Strömungskomponente (3) angebracht sind, und wobei die beiden Kegelmäntel (31,32) Rotoröffnungen (18) und wahlweise Flügel (4) zur Erzeugung der gegen das Gehäuse gerichteten Strömungskomponenten (5) aufweisen.

- 5 8. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (1) am Einlauf (13) eine Einlauföffnung (36) aufweist, um einen Teil der einlaufenden Flüssigkeit gegen die Spitze des kegelförmigen Mittelteils (16) des Gehäuses (30) zu lenken.
- 10 9. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des unteren Randes (41) des Rotors (1) mehrere Rotormagnete (6) oder ein Magnetring angeordnet sind, denen im Gehäuse (30) Magnete (10,12) und/oder ein Magnetantrieb zugeordnet sind.
- 15 10. Pumpe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetantrieb durch einen Stator (8,12) mit umlaufendem Magnetfeld gebildet ist.
11. Pumpe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetantrieb durch einen Scheibenläufer gebildet ist, wobei über einem Stator (38) eine rotierende Scheibe (24) mit eingelagerten Magneten (10) oder mehrfach magnetisierten Bereichen vorgesehen ist.
- 20 12. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotormagnete (6) und die magnetkrafterzeugenden Anteile des Antriebsmotors (8,11,12) in achsialer Richtung so versetzt sind, dass zusätzlich zur Rotationsenergie eine in achsialer Richtung wirkende Kraftkomponente (21) auf den Rotor (1) gegeben ist, die zur Lagerung und/oder Stabilisierung des Rotors (1) beiträgt.
- 25 13. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zum Antrieb ein Ring (27) aus ferromagnetischem Eisen oder permanentmagnetischem Material im Rotor (1) um den Einlauf vorhanden ist und in diesem gegenüberliegenden Gehäuseteilen Permanent- oder Elektromagnete (22,23,28) zur zusätzlichen magnetischen Stabilisierung vorgesehen sind, und dass bevorzugt zur Ansteuerung dieser Magneten zusätzlich Positionssensoren (42) für die Erfassung der genauen Lage des Rotors (1) vorgesehen sind (Fig. 4).
- 30 14. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Ring (27) aus ferromagnetischem Eisen um den Einlauf (13) eine gut elektrisch leitfähige Oberflächenbeschichtung (34) aufweist, sodass die darin auftretenden Wirbelströme und Magnetfelder zur Zentrierung des Rotors (1) beitragen.
- 35 15. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Rotation und Stabilisierung des Rotors (1) am Umfang von außen ein Stator (8) und von innen

5 wahlweise ein Stator (12) oder ein Motor (26) oder ein Scheibenläufermotor (24,29) über einer Magnetscheibe (11,24) angeordnet sind, wobei vorzugsweise die inneren Komponenten (12,26,29,11,24) zur Erzeugung der Rotationsenergie und der äußere Stator zur Stabilisierung des Rotors (1) wirksam sind.

1/5

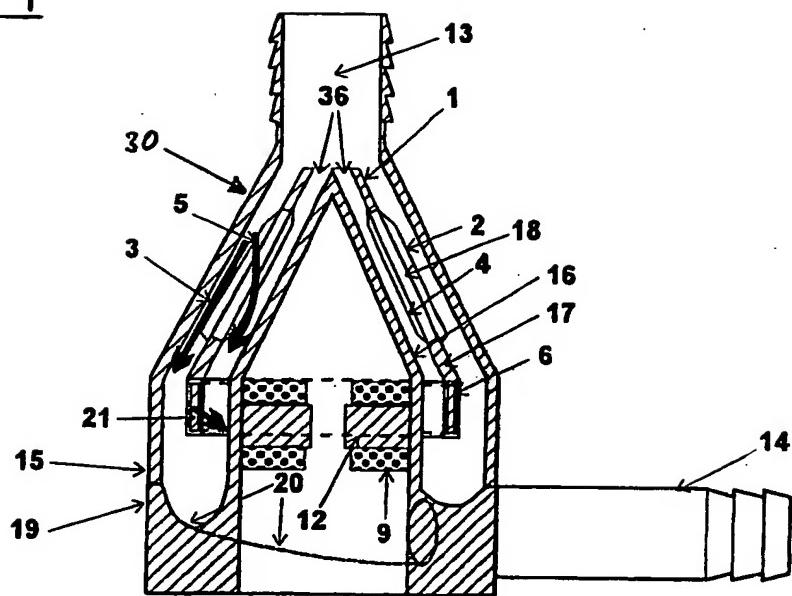
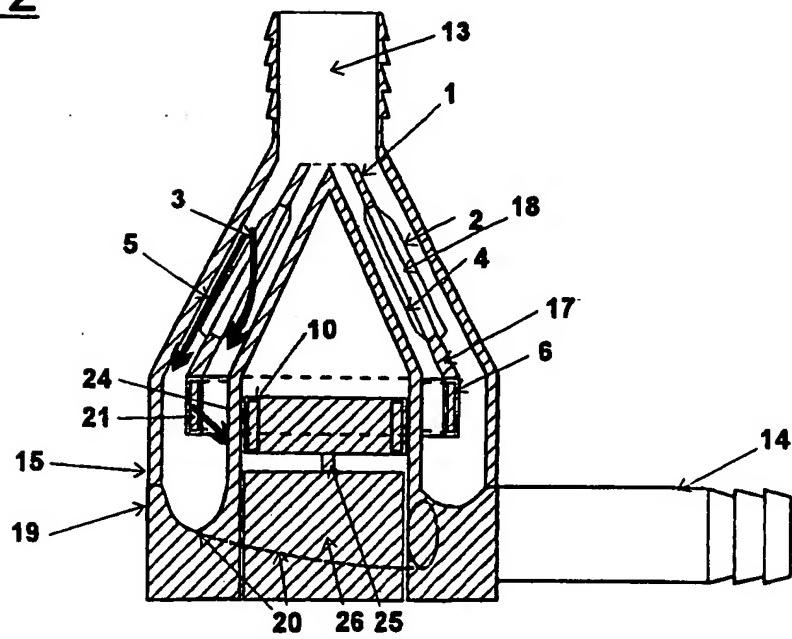
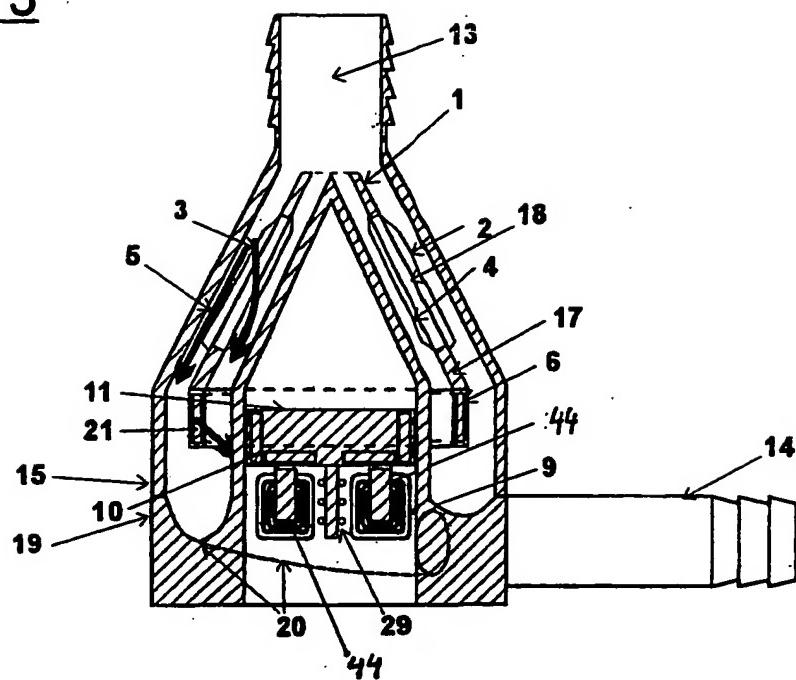
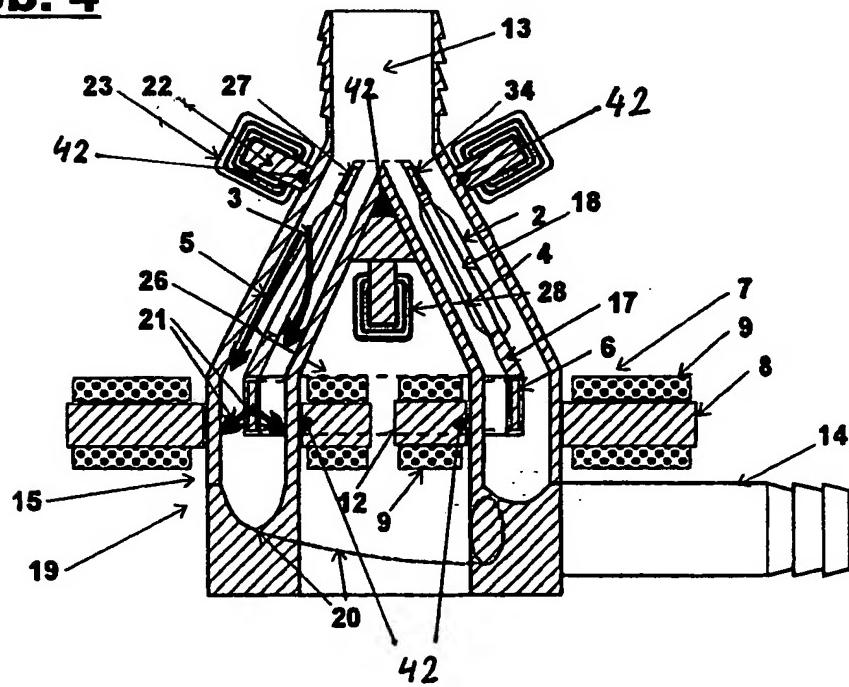
Abb. 1Abb. 2

Abb. 3**Abb. 4**

3/5

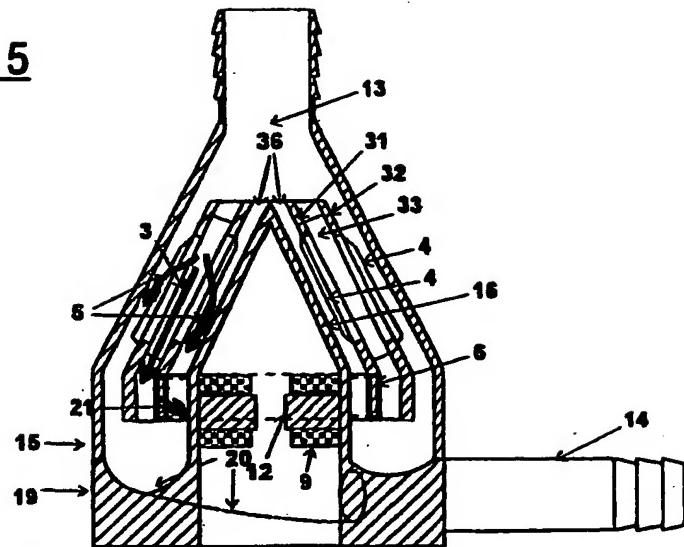
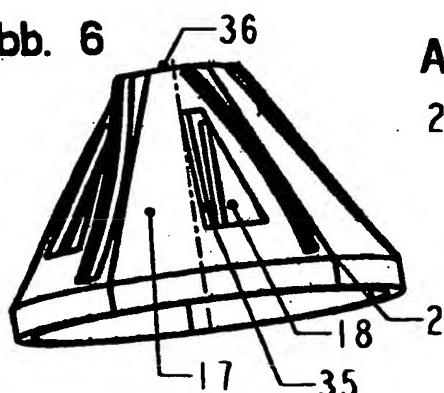
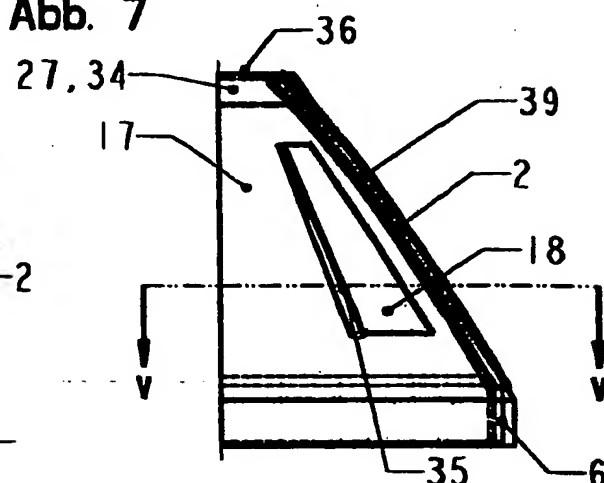
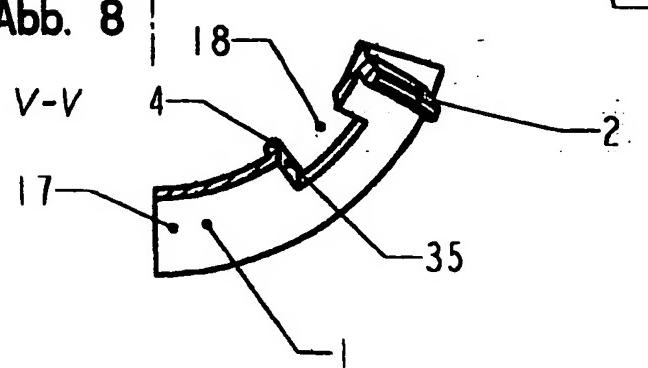
Abb. 5**Abb. 6****Abb. 7****Abb. 8**

Abb. 9

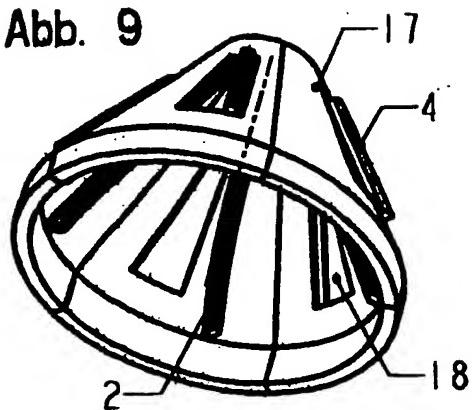


Abb. 10

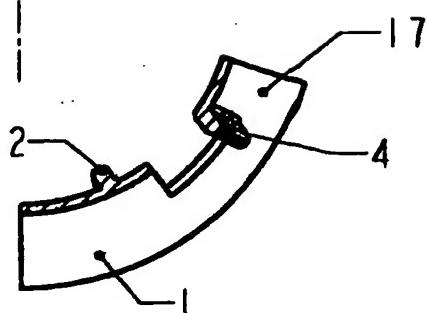


Abb. 11

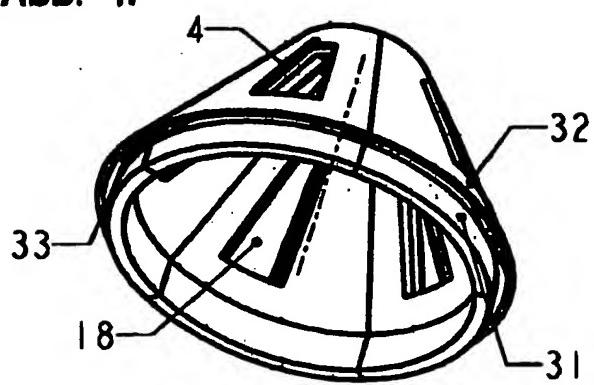


Abb. 12

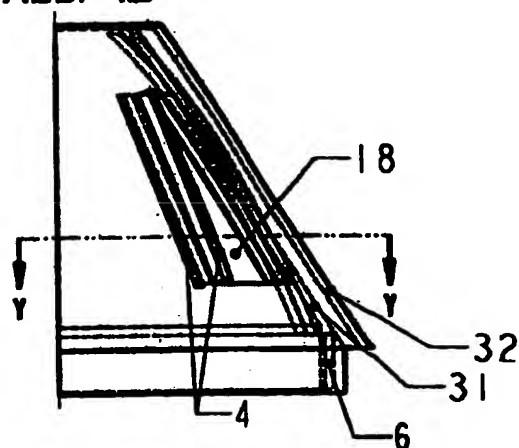
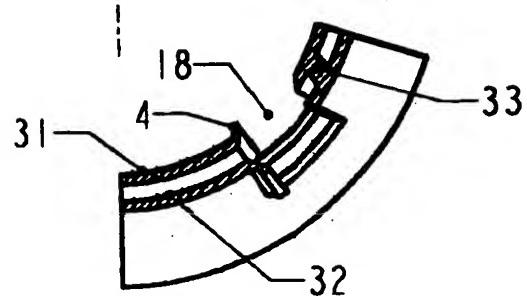


Abb. 13 Schnitt Y-Y



5/5

Abb. 14

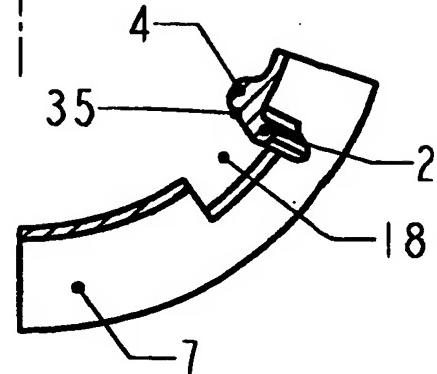


Abb. 15

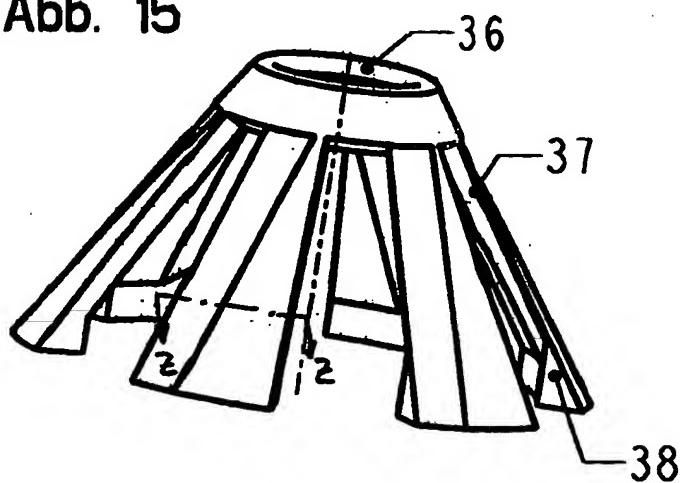


Abb. 16

Schnitt Z-Z

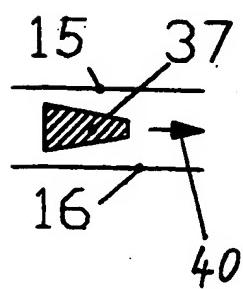
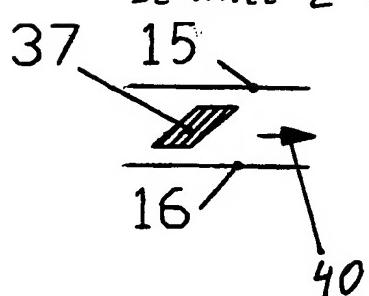


Abb. 17

Schnitt Z-Z



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 01/00086

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61M1/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 A61M F04D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO 00 32256 A (IMPELLA CARDIOTECH AG ; SIESS THORSTEN (DE)) 8 June 2000 (2000-06-08) page 2, line 16 -page 4, line 18; figures 1-4 ---	1-4
X	US 5 938 412 A (IZRAELEV VALENTIN M) 17 August 1999 (1999-08-17) column 5, line 18 - line 67; figure 2 ---	1,2,9,10
A	---	7,8 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 July 2001

Date of mailing of the international search report

16/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schönleben, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 01/00086

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99 12587 A (CORTRONIX PTY LTD ; WOODARD JOHN CAMPBELL (AU); TANSLEY GEOFFREY DO) 18 March 1999 (1999-03-18) cited in the application page 7, line 2 -page 8, line 10 page 13, line 17 - line 32 page 15, line 6 -page 16, line 8 figures 1,2	1-4,8,9
A	---	13
X	EP 0 901 797 A (KRITON MEDICAL INC) 17 March 1999 (1999-03-17) column 13, line 35 -column 14, line 17; figures 7,11-13	1
A	---	12,15
A	EP 0 834 326 A (JMS CO LTD) 8 April 1998 (1998-04-08) figure 3	9,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/AT 01/00086

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 0032256	A	08-06-2000		DE 29821565 U AU 1554000 A	15-06-2000 19-06-2000
US 5938412	A	17-08-1999		US 5685700 A AU 8264398 A EP 1003970 A WO 9901663 A AU 2729997 A EP 1012477 A WO 9846879 A US 6206659 B US 5924848 A	11-11-1997 25-01-1999 31-05-2000 14-01-1999 11-11-1998 28-06-2000 22-10-1998 27-03-2001 20-07-1999
WO 9912587	A	18-03-1999		AU 726752 B AU 8965498 A CN 1278188 T EP 1019116 A US 2001002234 A US 2001004435 A	23-11-2000 29-03-1999 27-12-2000 19-07-2000 31-05-2001 21-06-2001
EP 0901797	A	17-03-1999		US 5840070 A AU 730235 B AU 7993698 A JP 11123239 A US 6080133 A US 6234998 B	24-11-1998 01-03-2001 25-02-1999 11-05-1999 27-06-2000 22-05-2001
EP 0834326	A	08-04-1998		JP 10099429 A US 6135710 A	21-04-1998 24-10-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 01/00086

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 A61M1/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 A61M F04D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	WO 00 32256 A (IMPELLA CARDIOTECH AG ; SIESS THORSTEN (DE)) 8. Juni 2000 (2000-06-08) Seite 2, Zeile 16 -Seite 4, Zeile 18; Abbildungen 1-4 ---	1-4
X	US 5 938 412 A (IZRAELEV VALENTIN M) 17. August 1999 (1999-08-17) Spalte 5, Zeile 18 - Zeile 67; Abbildung 2 ---	1, 2, 9, 10
A	---	7, 8

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

9. Juli 2001

16/07/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schönleben, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 01/00086

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99 12587 A (CORTRONIX PTY LTD ; WOODARD JOHN CAMPBELL (AU); TANSLEY GEOFFREY DO) 18. März 1999 (1999-03-18) in der Anmeldung erwähnt Seite 7, Zeile 2 -Seite 8, Zeile 10 Seite 13, Zeile 17 - Zeile 32 Seite 15, Zeile 6 -Seite 16, Zeile 8 Abbildungen 1,2	1-4,8,9
A	---	13
X	EP 0 901 797 A (KRITON MEDICAL INC) 17. März 1999 (1999-03-17) Spalte 13, Zeile 35 -Spalte 14, Zeile 17; Abbildungen 7,11-13	1
A	---	12,15
A	EP 0 834 326 A (JMS CO LTD) 8. April 1998 (1998-04-08) Abbildung 3	9,10

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 01/00086

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 0032256	A	08-06-2000	DE AU	29821565 U 1554000 A	15-06-2000 19-06-2000
US 5938412	A	17-08-1999	US AU EP WO AU EP WO US US	5685700 A 8264398 A 1003970 A 9901663 A 2729997 A 1012477 A 9846879 A 6206659 B 5924848 A	11-11-1997 25-01-1999 31-05-2000 14-01-1999 11-11-1998 28-06-2000 22-10-1998 27-03-2001 20-07-1999
WO 9912587	A	18-03-1999	AU AU CN EP US US	726752 B 8965498 A 1278188 T 1019116 A 2001002234 A 2001004435 A	23-11-2000 29-03-1999 27-12-2000 19-07-2000 31-05-2001 21-06-2001
EP 0901797	A	17-03-1999	US AU AU JP US US	5840070 A 730235 B 7993698 A 11123239 A 6080133 A 6234998 B	24-11-1998 01-03-2001 25-02-1999 11-05-1999 27-06-2000 22-05-2001
EP 0834326	A	08-04-1998	JP US	10099429 A 6135710 A	21-04-1998 24-10-2000

BEST AVAILABLE COPY